

2. 1970年10月16日秋田県南東部地震の被害

地震研究所 村 井 勇

(昭和 48 年 1 月 20 日受理)

1. ま え が き

1970年10月16日午後2時26分、秋田県南東部と岩手県との県境附近に著しい地震が発生した。震央の位置は $39^{\circ}12' N$, $140^{\circ}45' E$, 深さ 0 km, $M=6.2$ と発表された(仙台管区気象台ほか, 1971)。震央附近の秋田県平鹿郡東成瀬村, 山内村, 山形県和賀郡湯田町等では家屋道路等になかり被害があった。この地方では, 1896年(明治29年)に $M=7.5$ の地震(陸羽地震)が発生しており, 千屋, 川舟の2つの地震断層が生じたが, 今回の地震は川舟地震断層の南方延長部に発生し, この2つの地震になんらかの関連性のあることが期待された。筆者は地震発生当時駒ヶ岳火山の噴火調査にあたっていたが, 現地に急行して地変および被害の調査にあたった。ここにその調査結果の概略を報告し, 今回の地震の特徴, とくに地質構造との関連性および陸羽地震との共通性について論じてみたい。

現地調査にあたって, 増田営林署, 東成瀬村, 山内村, 湯田町, 国鉄横手保線区等の諸機関の御協力をいただいたことに対して深く謝意を表する。また, 園原好人氏(当時, 地震研究所技官)には現地調査に協力していただいた。

2. 被害の概略

今回の地震は岩手県平石と湯田で震度V, 横手・盛岡・一関などで震度IVと報告されたが, 被害は秋田県東成瀬村・山内村と岩手県湯田町に集中し, 破損した家屋約500戸, 負傷者6名を出した。被害の分布は東西15 km, 南北30 kmの範囲にわたり, 被害の及んだ範囲の南端は, 秋田県勝雄郡皆瀬村長石田, 増田町上畑・滝ノ下などの地区である。長石田では皆瀬ダム附近の県道にきれつを生じ, 上畑では小中学校玄関の基礎にきれつが入って傾斜し, また滝ノ下では大川目沢の護岸が20 mほど決壊した。被害の西縁は増田町湯野沢・鍋ヶ沢・川口および山内村平石などの地区である。湯野沢・鍋ヶ沢・川口などでは農業用水地, 林道にきれつが生じ, 平石では国鉄北上線の鉄橋橋台にきれつが入った。北端は湯田町下左草に及び, パイロット農場のU字溝のきれつや道路の地われが見られた。東端は湯田町大石・草井沢・鶯合森などの地区で, 大石では国鉄橋梁の被害, 草井沢・鶯合森などでは道路の地われ・落石・路肩の崩壊が発生した。この範囲外の地域でも軽微な被害が認められたが, 主な被害はほとんどこの範囲内で起こっている。

上記の被害範囲内の中心部では建物や道路などにかかなりの被害が生じた。建物の被害の様相は, 地盤・構造・新旧などの条件のちがいで色々であり, 一概に論ずることはできないが, 強い地震動によって直接破損を受けたものも多く見られた。木造家屋では, 強い振動により, 柱の破損, 梁・桁の落下, 壁のきれつ・崩落などが起こり, 著しい損傷のない場合でもかなりの狂いを生じた場合が多い。コンクリートブロック造の家屋やサイ

口の被害が目立ったほか、鉄筋コンクリート造の建物で著しいきれつを生じたものがあった。玉石の基礎の上に土台がのっているだけの家屋はいずれも土台ごと横ずれし、コンクリート基礎はきれつが生じた場合が多かった。盛土などの軟弱地盤上の家屋や地すべり地帯の家屋で、不同沈下や地すべりの進行によって被害を受けたものもあった。

道路・橋梁・鉄道などの被害は余り著しくはなかったが、国鉄北上線が陸中大石駅と平石駅の間で33ヶ所にわたって被害を受け、3日間不通となった。国道107号線、県道一関—横手線、湯川温泉線などの道路が、落石・地われ・路肩の崩壊のため一時不通となったが、すぐに復旧した。河川護岸の崩壊や用水池の側壁のきれつ、水道導水管の破壊などが各所で発生したが、いずれも小規模なものであった。橋梁の被害は、一関—横手線の中野橋、国道107号線の廻戸橋など、ほとんどが橋台裏の盛土の沈下によるものであった。国鉄湯田駅構内で築堤の崩壊、湯田町小繋沢で小規模な地すべりが起こったほか、山間部で落石・崖くずれ・山くずれが発生した。湯田ダム・皆瀬ダムは被害地域の外にあり損傷はなかった。

とくに被害の大きかったのは東成瀬村肴沢・岩井川から山内村三又・南部・上黒沢、湯田町菓郷・野々宿・越中畑・白木野にわたる北北東—南南西にのびる帯状の地域、および湯田町湯川地区であった。とくに前者の帯状地域が川舟地震断層の延長上に沿っていることは注目される。地震断層と認められる地変は発見されなかったが、地震の際の地殻変動あるいは地質構造と関係があると思われる地われ群が肴沢と岩井川に生じた。

東成瀬村の被害

東成瀬村の肴沢・岩井川は最も著しい被害を受けた地区で、全家屋に被害が及んだ。また両地区で道路を横断して南北に延びる地われが発生し、断層運動と関係するのではないかという疑が持たれた。

肴沢地区では、部落西端と神社北側に道路を横切るきれつが生じた。とくに後者の場合は長さ約80mの地われ帯が生じ、道路の北側の成瀬川左岸からはじまって、道路わきのコンクリート槽の縁にそい、道路を横断し、南側の石垣を割ってさらにS20°Wの方向に延びていた。道路上ではきれつにそって東側が数mm下ったような喰いちがいが認められたが、この部分では道路面がわずかに東下りの傾斜をなしており、重力的沈下の影響とも考えられる。肴沢西端の道路を横切るきれつは西下りの傾向を示し、盛土の重力的沈下によるものである。

肴沢においては4戸が著しい損傷をうけたほか、全家屋が被害を蒙った。とくに神社東側の土谷弁蔵宅は、直径2mほどの岩塊が裏山から落ちて座敷に飛びこみ、柱が折れ、床が落ちた。郵便局わきの倉庫は、石垣の崩壊のために傾いた。

岩井川地区では、合居部落を中心に全家屋が被害を受けた。とくに被害の著しかったのは合居の岩井川神社南側で、神社わきの菅原邦雄宅の離れは倒壊し、社殿より鳥居に通ずる道路にそって並ぶ谷藤重郎宅、菅原正次郎宅、谷藤幸雄宅などは、柱の破損、梁・桁の脱落、床の落下などの著しい損傷をうけた。菅原正次郎宅のブロック造二階建作業小屋は壁が落ち、コンクリート土間が破壊された。高谷兄一宅の新築家屋、および県道南側の谷藤

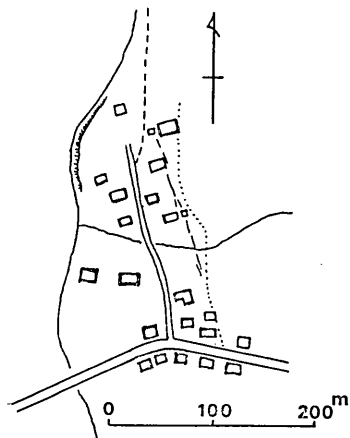


Fig 1. Map showing the distribution of fissures occurred on the area to the south of Iwaigawa Shrine, Higashinaruse-mura.

岩治宅の新築家屋も著しく破損した。菅原邦雄宅前から谷藤重郎宅前の畑、菅原正次郎宅および作業小屋より、さらにその南側にかけて南北方向の著しい地われ群が生じ、鳥居前の県道には道路を横断するきれつが走った。これらの地われ・きれつは、いずれもわずかに東側が下るような変位の傾向を示したが、この部分は北側の谷頭から発達する小扇面の縁にあたり、重力的沈下の影響も考えられる。神社裏の小谷中および斜面上では崖くずれ・落石・地われが著しかったが、断層と見られるものはなかった。岩井川地区では、合居部落以外でもかなりの家屋被害があり、ほとんどの家屋が土台がずれたり、傾斜したり、壁が落ちるなどの被害を受けた。西端の肴沢対岸では直径 2.5 m と 1 m の岩塊が山腹から落下したが幸い被害はなかった。

肴沢・岩井川のほかの地区では、入道・蛭川・田子内部落で、烈しい地震動のため土台がずれたりした家屋があった。入道付近の山間部では崖くずれ・落石が発生して林道が不通となった。

山内村の被害

山内村では南郷・三又地区が最も著しい被害を受けた。南郷——三又間の道路は数ヶ所にわたって地われが生じ、中野橋の両側では橋肩の盛土が 25 cm ほど沈下した。三又・黒沢地区では 10 戸の家屋が土台のずれ・沈下、壁のきれつなどの著しい損傷を受けた。とくに教員住宅は家屋全体がコンクリート基礎からはずれて 5~40 cm すべり、アンカーボルトの一つが直立したままに残っていた。地すべり地区に指定されている鷹巣地区では、10 戸の内 6 戸が地すべりの急激な進行によって被害をうけ、高階君一宅では避難命令が出された。三又小学校のグラウンドの一部にほぼ南北方向のきれつが多数生じたほか、野崎健次郎宅前の道路にも道路を横断する南北方向のきれつが走った。三又東方の甲沢にある三又温泉は決定された震央に最も近い位置にあり、温泉浴屋や養魚池が損傷を受け、附近の道路にそって崖くずれ・落石が発生した。

その他の地区では、上黒沢に小規模な家屋被害が見られ、黒沢北方の田代沢では鉄道線路の狂い・路床の沈下が 5 ヶ所にわたって発生した。国道 107 号線も黒沢附近で路面にきれつを生じた。

湯田町の被害

湯田町では巢郷・野々宿・越中畑・湯川などの地区にかなりの被害が生じ、住宅 26 戸が大きな損傷を受けた。巢郷・野々宿・中村などでは、土台のずれ、壁のきれつ・サイロの倒壊などの被害が発生し、野々宿の亜炭鉱山（共栄炭鉱）では坑内の一部で落盤や支柱の

破損が起こった。岩手湯田駅付近では構内東側で築堤が崩壊して、線路が 50 cm にわたって宙ずりになったほか、線路の狂い・路床の沈下などの被害が生じた。越中畑では、小学校校舎が壁の崩落によって破損し、高橋金吾宅はコンクリート基礎にきれつが入り、家屋が基礎から引き離されて大きくずれた。越中畑・白木野・細内の各部落の家屋は、いずれも土台のずれが認められた。小繋沢では比較的緩傾斜の斜面上で2ヶ所に地すべりが発生した。

川尻地区では、ブロック造の小学校校舎が一部損傷を生じたほか、壁のきれつなどの被害をうけた家屋が見られた。湯川地区では、湯川小学校本屋が薬品戸棚の転倒により発火して全焼したほか、建築中のブロック建家屋が大破し、鉄筋コンクリート造の温泉旅館が壁のきれつなどの損傷を蒙った。国道107号線や川尻—湯川間の道路では地われや路肩の崩壊が発生した。出戸湯川—中湯川間では道路を横断する地われが見られたが、盛土の沈下によるものであった。

3. 墓石の転倒と地震動の性質

家屋被害の著しかった地域では、墓石の転倒やずれが目立った。その転倒率と転倒方向

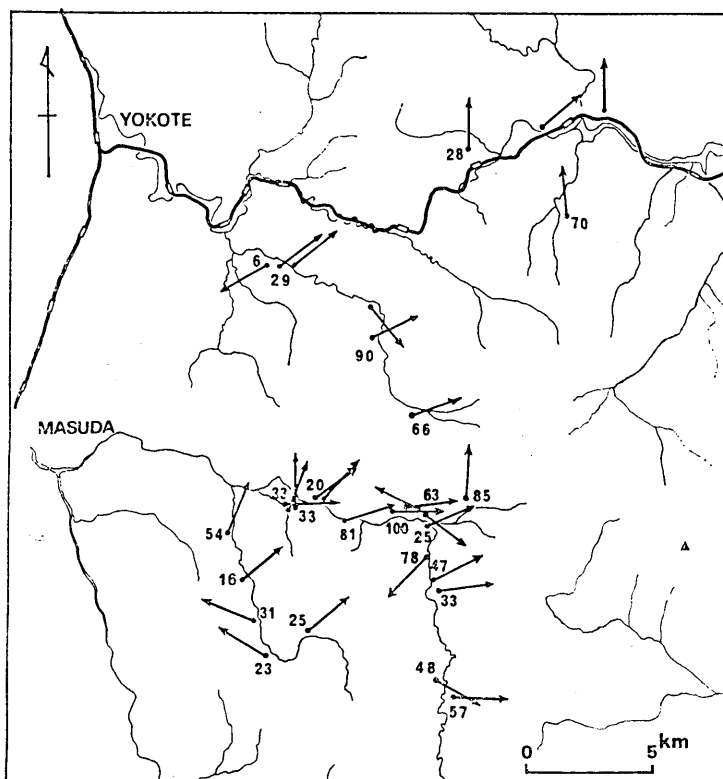


Fig. 2. Map showing the percentage and the direction of fall of tombstones

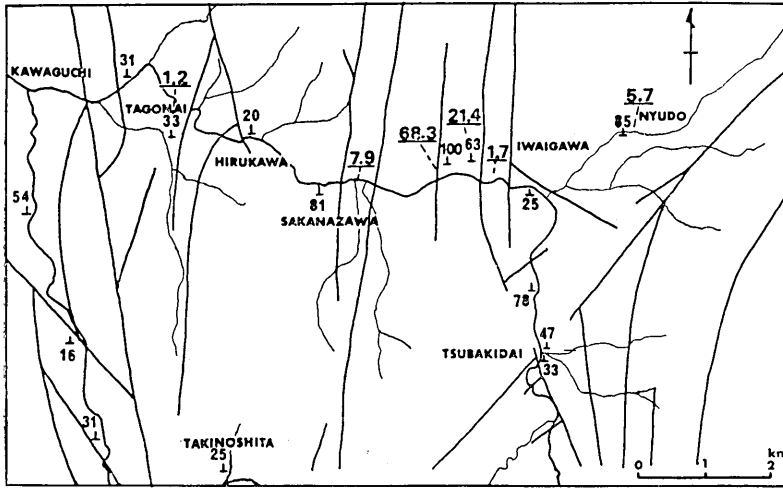


Fig. 3. Map showing the percentage of fall of tombstones (small figures) and the percentage of intensively damaged houses (large figures with underline) in the eastern part of Higashinaruse-mura.

の調査を行ったが、その結果は第2図の通りである。墓地の立地条件、墓石の構造・方向・新旧などによって、同一地区についても転倒率や転倒方向に多少の相違が生ずると考えられるが、地震動の程度および主な地震動の方向を知る目安になる。

肴沢・岩井川・三又・湯川などの被害の大きかった地区では、墓石の転倒率も大きい値を示し、強い地震動に見舞われたことを示している。墓石はいずれも、竿石の底部にある突起がほとんど破損しないで、そのまま抜けて倒れており、上下動が著しかったことが知れる。強い上下動があったことは、被害地域の住民の談話からも明らかで、電灯のかさが下からつきあげられてコードにひっかかったまま残っているのが三又小学校などで見られたことから知れる。墓石の転倒方向には著しい方向性のあることが認められた。肴沢・岩井川・三又を中心とする地域では、東ないし東北東の方向へ倒れたものが圧倒的に多かった。転倒しないでずれた墓石や塚も、同様の傾向を示した。これらの地区では家屋が土台ごとずれた例が多く、ずれはいずれも東の方向であった。とくに岩井川地区では、破損して東側へ傾斜した家屋が多く見られ、南北の方向に流れる水路の西側の護岸が崩れた例が多かった。これらの事実から、東西方向の地震動、とくに西へ向った震動が著しく強かったことが明らかである。肴沢・岩井川・三又などで、学校の校庭、宅地、田畑などの平坦な土地の上に生じたきれつが南北性のものが大部分であったことも、東西方向の地震動の強かったことと符合する。

湯田町の湯川・川尻地区などでは、墓石の転倒方向にかなりのばらつきがあったが、岩井川地区などと異り、北向きであった。中村・野々宿・越中畑・白木野・細内などの部落でも家屋のずれが見られたが、その方向はまちまちで、概して東西方向よりも南北方向のずれの方が多いようであった。

4. 過去の地震との比較

東北地方に起こった過去の被害地震のうち今回の地震に近い位置に発生したものは、1896年（明治29年）の陸羽地震、1900年（明治33年）の陸前北部地震（ $M=7.3$ ）、1914年（大正3年）の仙北地震（ $M=6.4$ ）、1962年（昭和37年）の宮城県北部地震（ $M=6.5$ ）などである（宇佐美竜夫、1966）。とくに陸羽地震は震源が最も近く、今回の地震との関係が注目された。

陸羽地震の際には千屋・川舟の2条の大規模な地震断層が真昼山地の両側に北北東—南南西の方向に生じた（山崎直方、1896）。千屋断層は生保内より角館町東部の白岩、千畑村千屋を通り、六郷町六郷東根、仙南村金沢の北西に達し、さらに湯沢市北西部の浅舞まで断続的に続き、全長60kmに及んだ。この内で白石—金沢間の25kmの部分がとくに顕著な断層として現われ、最大3mの東側上りの落差を示した、川舟断層は延長15kmにわたって現われ、和賀川上流の湯田町大荒沢から若畑、八ッ又、川舟を通して泉沢西方に続き、太田の西方で不明瞭になっていた。変位は垂直方向に最大2mに達し、西側上りであった。川舟断層の両側で距離が1～2m短縮されたことが知られており、全体として西側の地塊が東側へおし上がったような逆断層性の運動で、断層面は西へ $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 傾斜していたと解釈された（大塚弥之助、1938）。この断層の南方延長については意見が分れたが、田之内・三又・貝沢などの部落に被害が集中し（巨智部忠承、1896）、山崎はこの方向に断層の延長部があると想像した。これらの地区は今回の地震において被害の最も集中した地域にあっている。震度Vが報告された雫石は、川舟断層の北方延長上にある。

陸羽地震は多数の前震を伴ったことが特徴である。6月下旬より鳴動を感じ、本震（8月31日）の8日前（8月23日）に微震に続いて $M=6.5$ の地震があり、その後頻繁に地震が続き、29日、30日の2日間有感地震がとだえたのち、31日に $M=6.8$ 、 6.9 の地震のあと $M=7.5$ の本震が発生した。また仙北地震（3月15日）の際にも3月3日より約50回の前震が起こったことが水沢の地震計で観測された（今村明恒、1915）。今回の地震では、これほどの著しい前震はなかったが、震央附近で16日午前より午後にかけて、地鳴りを伴う地震が5回ほど感じられた。なお、今回の震央の東側、焼石岳北方で7月10日に $M=6.2$ の地震が発生しており、その後微小地震活動が続いていたことが報告されている（東北大学微小地震研究グループ、1971）。仙北地震の際には、千屋断層の北端の位置に別の地震（ $M=5.8$ ）が13日後（3月28日）に発生している。この地域の地震には続発する傾向が見られるようである。

陸羽地震では、被害の分布が北北東—南南西の方向に長くのびていた。地震動の方向はこれにほぼ直交する方向が卓越した。千屋断層に沿う地帯では著しい水平動が感じられたが、川舟断層沿いでは上下動が極めて強かった（今村明恒、1913）。これらの事実と、千屋・川舟地震断層の出現とから、地震の発生機構として真昼山地が地塊状隆起運動を行ったことが考えられる。今回の地震においても、被害分布や地震動の方向などに類似の特徴が認められ、川舟地震断層の延長部の活動が考えられたが、地震断層は発見されなかった。

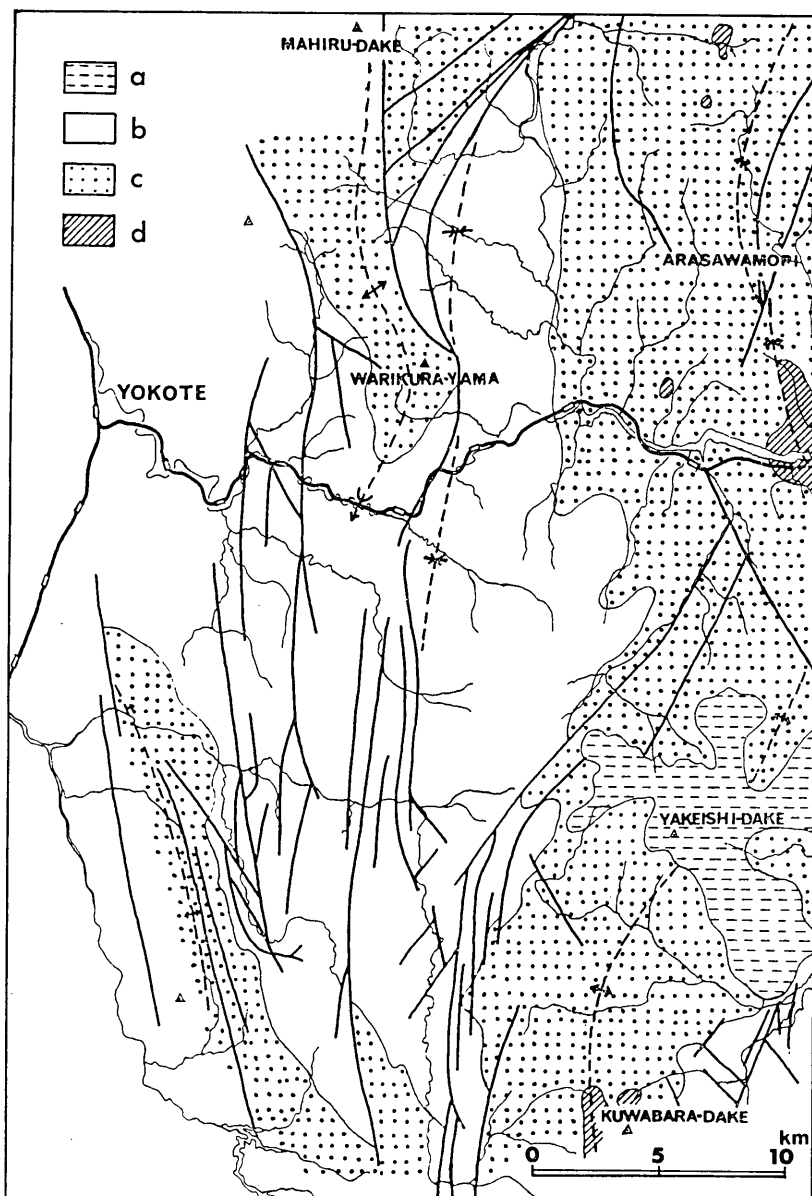


Fig. 4, Map showing the major geological structures of the area around the epicenter. (After KITAMURA, *et al.*, 1971.) a: Neo-volcanics, b: Neogene clastic sediments, younger than green tuff, c: Neogene green tuff, d: Pre-tertiary rocks.

5. 地質構造との関係

震央附近の地域の地質構造については、北村信ほか (1971) の報告書に詳しく説明されている。この部分の脊梁山脈はいくつかの背斜構造によって構成される東西2列の隆起帯

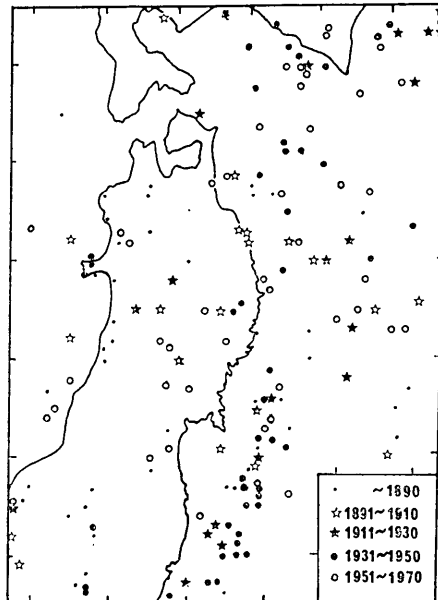


Fig. 5, Map showing the distribution of major earthquakes in Tohoku Region. (After USAMI, 1966, etc.)

からなる。西側の隆起帯はモッコ岳、和賀岳、真昼岳を連ねる和賀岳背斜・割倉山背斜よりなる。東側の隆起帯は荒沢森をへて和賀仙人に達する荒沢森背斜と、焼石岳・桑原岳を連ねる桑原岳背斜よりなり、背梁中軸山地を構成する。この2列の隆起帯の内には平鹿盆地の盆状向斜構造がある。平鹿盆地の東側はそのまま荒沢森背斜に続くが、西側は数条の衝上性断層（割倉山断層帯）で切れ、割倉山背斜の東翼部が接している。和賀岳背斜の東翼部にも同様の断層帯（川舟断層帯）が発達する。この両者は一連の断層帯で第四紀に入ってから活動した活断層であり、川舟地震断層はこれに沿って生じたものである。この衝上断層帯は平鹿盆地南方では不明瞭となり、黒沢断層・肴沢断層などの南北性の断層に置きかわっている。平鹿盆地南西側には、桑原岳背斜にほぼ平行して成瀬川構造帯が走り、複雑な小褶曲を伴う断層群が発達する。

割倉山背斜および荒沢森——桑原岳背斜にそって、古生層と花崗岩よりなる基盤岩と、大荒沢層・大石層などの緑色凝灰岩層が分布する。割倉山背斜は北上線沿線附近で消滅し、その南側と常賀盆地一帯には、大石層より上位の層準の西小沢層・山内層などの新期碎屑性堆積岩層が分布する。

今回の地震の震央は成瀬川構造帯の北側に決定されている。この位置は山間部にあり、被害の程度を他の地区と比較することがむづかしい。前述のとおり、被害はとくに割倉山断層帯の南延長の黒沢断層と肴沢断層にそう地帯に集中している。これらの断層はいずれも南北に走る数条の断層よりなり、ほぼ同方向の軸をもつ褶曲を伴い、西小沢層以上の地層を切っている。肴沢および岩井川に発生した南北方向の地割れ群は、これらの断層の活動と関係があるとも考えられた。成瀬川構造帯に沿う入道・椿台などの地区の被害はむし

ろ肴沢・岩井川より小さいものであった。

湯田町の湯川地区は震央の北方に位置し、この部分には顕著な断層構造がない。北村ら(1971)は、この地区が大石層上部の川尻凝灰岩部層の分布地域にあり、変質のとくに著しい地帯にあたっていたことが震害を大きくした原因であると解釈した。

6. む す び

秋田県南東部地震の被害は、上に述べたように局部的なものであったが、その被害分布や地変の起こり方が、地質構造と密接な関係をもっていた。地震後に行われた横手——北上間の水準点再測の結果によると、黒沢断層に沿う県境の水準点(No. 5550)とその西の水準点(No. 5551)で3~4 cmの隆起を示し、東側は全般的に沈下している(国土地理院地殻活動調査室, 1971)。また、県界を中心とする巾約15 kmの地域が地震前の10年間に2 cmほど隆起しており、この部分に東西方向の圧縮力が作用していたと思われ、今回の地震により西側上りの断層が生じたと見ることもできるという。陸羽地震と色々な点で類似性が認められ、川舟地震断層の南延長部の川舟——割倉山断層帯の南端部が活動した可能性が考えられた。しかし、震源の位置はこの断層帯より東へずれており、地震断層は発見されず、その確証は得られていない。ただし、余震分布は本震の西側に片より、南北方向にのびたものであった(東北大学微小地震研究グループ, 1971)。地震の発震機構は明らかにされていないが、石巻・仙台より南方太平洋側の観測点ですべて押し、日本海側ですべて引きとなっていた。また秋田地殻変動観測所で観測された strain step の記録から、ほぼ東西方向の圧縮があったことが報告されている(東北大学, 1971)。これらのことから、南北方向の走向をもつ逆断層運動があったと解釈することができるように思われる。また、川舟——割倉山断層帯の活動によるものでなかったとしても、この断層帯にそう地帯がとくに強い地震動に見舞われたことは事実であり、真昼山地の上昇、平鹿盆地以西の地域の沈下が起こったことも確かである。

今回の地震の1ヶ月前から、川舟——割倉山断層帯の北端の位置にある秋田駒ヶ岳が噴火を開始し、熔岩流出とストロンボリ式噴火を続けていたが、この地震の3日後の10月19日頃から噴火回数が急激に減少した(気象庁, 1972)。中村一明(1972)の述べているように、秋田駒ヶ岳と今回の震源域とは、同一構造区にあり、地殻歪の蓄積・解放がほぼ同時に行なわれるような位置にあるといえる。東北地方全般にわたって東西方向の圧縮力が作用していることは、三角測量の再測によって明らかにされた水平最大歪の分布から明らかである(国土地理院・東北大学, 1972)。東北地方の地震の発震機構もほぼ東西方向の主圧力によって発生していることはよく知られている(ICHIKAWA, 1971)。背梁山脈にそって東西性の圧縮歪が蓄積し、7月10日の焼石岳北側の地震をはじめとして、駒ヶ岳の噴火活動と秋田県南東部地震があいついで発生したものと考えられる。1996年の陸羽地震の際には、1894年の庄内地震(M=7.3)、1896年の三陸沖地震(M=7.6)、1897年の仙台沖地震(M=7.7, 7.8)、1898年の岩手沖地震(M=7.8)、1900年の宮城県北部地震(M=7.3)があいついで発生しており、秋田駒ヶ岳も1890-91年間に小活動を行っている。

文 献

- ICHIKAWA, M. (1971): Reanalyses of mechanism of earthquakes occurred in and near Japan, and statistical studies on the nodal plane solutions obtained, 1926-1968. *Geoph. Mag.*, **35**, 207-274.
- 今村明恒 (1913): 明治 29 年の陸羽地震. 震災予防調査会報告, No. 77, 78-87.
- (1915): 大正 3 年秋田県仙北郡地震調査報告. 震災予防調査報告, No. 83, 1-30.
- 気象庁 (1972): 秋田駒ヶ岳火山噴火活動調査報告. 気象庁技術報告, No. 79.
- 北村 信ほか 3 名 (1971): 奥羽脊梁山脈に発生した 1970 年 10 月 16 日秋田県南東部地震災害について. 東北大地質古生物研究邦文報告, No. 71, 1-11.
- 巨智郎忠承 (1896): 秋田県震災概査報告. 震災予防調査会報告, No. 11, 75-83.
- 国土地理院・東北大理学部 (1972): 酒田地区の地殻水平変動について. 地震予知連絡会会報, No. 7, 14-15.
- 国土地理院地殻活動調査室 (1971): 秋田県南東部地震前後の地殻上下変動. 地震予知連絡会会報, No. 5, 3-8.
- 中村一明 (1972): 地殻歪の指示者としての火山. 火山 **16**, No. 2, 3, 63-71.
- 大塚弥之助 (1938): 明治 29 年陸羽地震川舟断層の現況その他. 地震, **10**, 469-476.
- 仙台管区气象台ほか (1971): 1970 年 10 月 16 日の秋田県南東部の地震調査報告. 験震時報, **36**, No. 1, 2, 45-75.
- 東北大学微小地震研グループ (1971): 秋田県南東部に発生した地震について. 地震予知連絡会会報, No. 5, 14-21.
- 宇佐美竜夫 (1966): 日本付近のおもな被害地震の表. 地震研彙報, **44**, 1571-1622.
- 山崎直方 (1896): 陸羽地震調査概報. 震災予防調査会報告, No. 11, 50-74.

2. *The Damage by the Earthquake which Occurred on the Southeastern Part of Akita Prefecture.*

By Isamu MURAI,
Earthquake Research Institute.

The area, which lies along the border between the southeastern part of Akita and the southwestern part of Iwate Prefectures, was attacked by a fairly intensive earthquake with magnitude 6.2 on October 16th, 1970. The epicenter was determined at the spot of 140°45'E, 39°12'N. It was reported by the Headquarter of Tohoku Police Region that 6 persons were injured and about 500 houses were damaged by this earthquake. The dimension of the damaged area is measured as 15 km in E-W direction and 30 km in N-S direction. The damages were observed to be concentrated in the zone aligned in NNS-SSW direction and situated along the major tectonic line of the Kawafune-Warikurayama fault zone, which is inferred that the thrust on the eastern foot of the Mahiru Mountains, extending along the eastern side of the high dip zone on the east wing of the Wakadake-Warikurayama anticline. In 1896, a destructive earthquake with magnitude 7.5 occurred in the Mahiru Mountains, and two distinct earthquake faults appeared on the both sides of the mountains. The fault on the western side, named as Kawafune fault, extends along the Kawafune-Warikurayama fault zone. The concentration area of the damages from the present earthquake is situated on the southern extension of the Kawafune earthquake fault.

Most of the damage from the earthquake was concentrated in Higashinaruse-mura and Sennai-mura, Akita Prefecture, and Yuda-machi, Iwate Prefecture. In the damaged area, Iwaigawa and Sakanazawa in Higashinaruse-mura were suffered most intensively, which are situated along the fault zones of N-S direction, corresponding to the southern extension of the Kawafune-Warikurayama fault zone. The fissures and cracks with N-S trend on the ground and the asphalt roads were observed to occur in these intensively damaged areas, although no trace of clear earthquake fault was recognized. In these areas and the surrounding areas, the direction of the falling of tombstones predominately lay in E or EEN, and the sliding of houses on the foundation also took the same direction. The central parts of the damaged area are thought to have been shaken by seismic movements of E-W direction, especially by those towards W direction. The results of re-survey of levelling which was carried out along the route from Yokote to Ichinoseki after the earthquake, shows that the block of the southern extension of the Mahiru Mountains to the west of the Kawafune-Warikurayama fault zone and its southern extension upheaved about 2 centimeters, while the region to the east of the fault zone subsided. It is inferred that the earthquake was generated from the compressive force of E-W direction, from the strain step on the record of extensometer at Mizusawa to the east of the epicenter. Judging from these facts, the thrust movement with N-S direction might have occurred at the time of the earthquake.

Mt. Komagatake which is located at about 60 km north from the epicenter of the earthquake, lying on the northern end of the Kawafune-Warikurayama fault zone, suddenly had abrupted with volcanic explosions on Sept. 18th, just about one month prior to the earthquake, and the eruptive activities suddenly decreased from three days after the earthquake. On July 10th, about three months prior to the present earthquake, the earthquake with magnitude 6.2 occurred about 10 km southeast of the present epicenter. All of these activities might have been generated under the same tectonic situations in the Ôu backbone ranges.



Fig. 6. Occurrence of a crack due to the slide of the roadbed at Hirukawa, Higashinaruse-mura.



Fig. 7. Failure of the masonry retaining wall at Hirukawa.

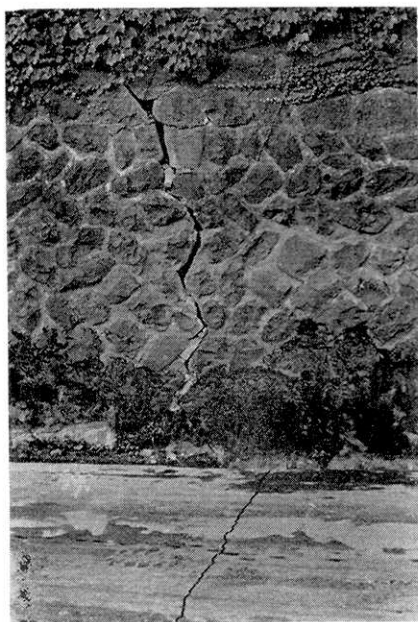


Fig. 8. Crack transversing the asphalt road at Sakanazawa, Higashinaruse-mura.

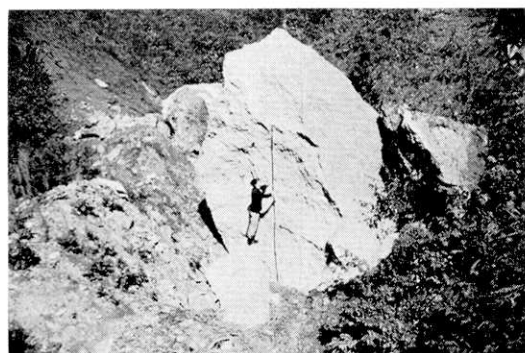


Fig. 9. Fallen stone at Sakanazawa.

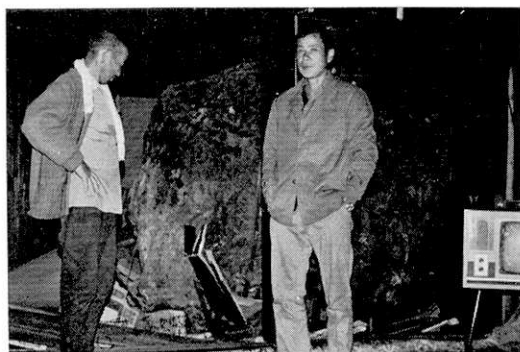


Fig. 10. Incursion of the fallen stone into a house at Sakanazawa.



Fig. 11. Collapse of a detached room at Iwaigawa, Higashinaruse-mura.



Fig. 14. Occurrence of fissures on the field at Iwaigawa, the left side of the field in the photo subsides several millimeters.



Fig. 12. Failure of the fill-up foundation of a house, at Iwaigawa.



Fig. 13. Failure of the barn wall made of concrete-block at Iwaigawa.

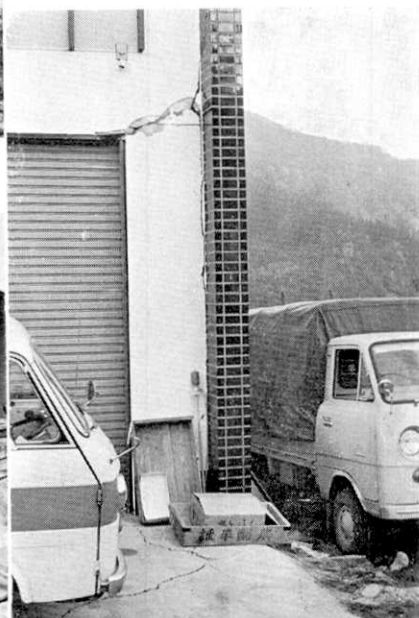


Fig. 15. Failure of the mortar wall at Iwaigawa.

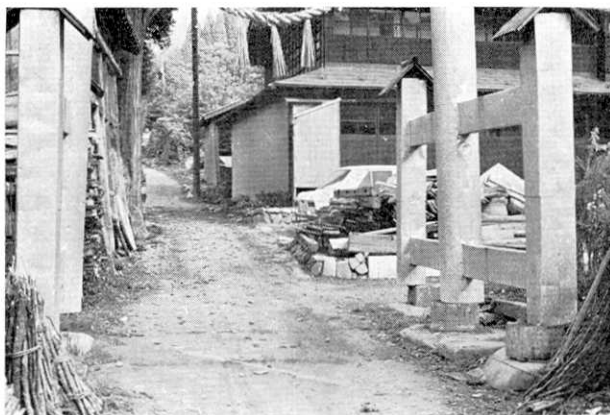


Fig. 16. Occurrence of discordance between the lowest parts of the torii and the basement slabs at Iwaigawa Shrine.

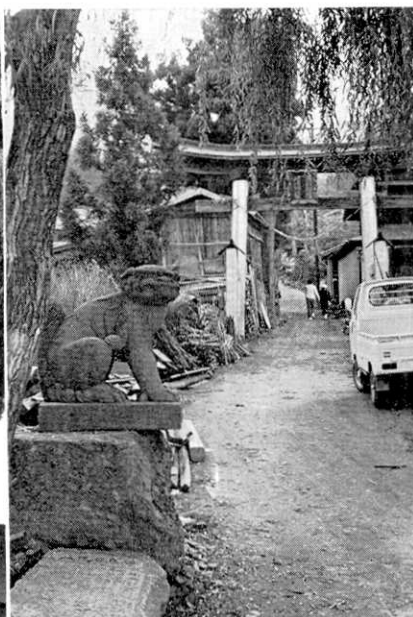


Fig. 17. Sliding of a stone Korean dog at Iwaigawa Shrine.



Fig. 18. Failure of the iron diagonal beams at Iwaigawa Elementary School.



Fig. 19. Occurrence of cracks on the road to the east of Iwaigawa.



Fig. 20. Sift of a house from its concrete-base at Mitsumata, Sennaimura.



Fig. 21. Failure of the concrete-block wall of Kawajiri Elementary School, Yuta-machi.



Fig. 22. Failure of the wall made of concrete-block at Yukawa, Yuta-machi. A crack transversing on the asphalt road was due to the subsidence of roadbed.

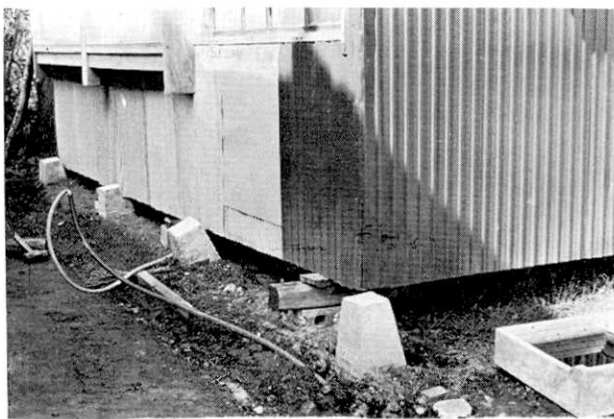


Fig. 23. Sliding of a house from the foundation blocks at Etyubata, Yuta-machi.

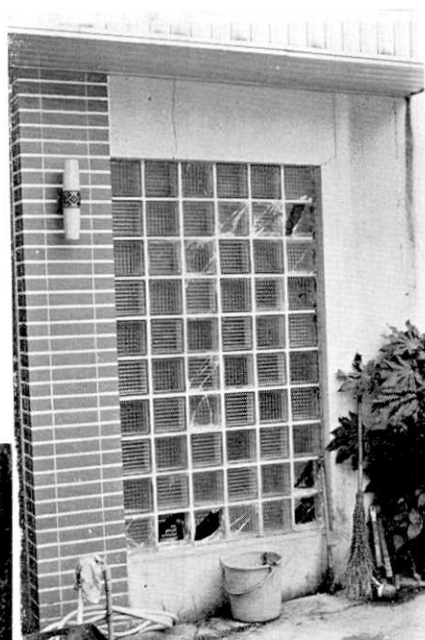


Fig. 24. Failure of a ferro-concrete building at Yukawa.